

File: 66793-227873

Translation of Abstracts (claim 1)

Translation of claim 1 of **Utility Patent G 94 06 273.0**

Title: **Illumination unit for optical devices**

Claims:

1. An illumination unit for optical devices, comprising optical elements (32, 34) for generating a beam path for the illumination, wherein a movable filter (1) of light-permeable material and having a plurality of light-permeable openings (2a-2p; 21a-21c) is arranged in the illumination beam path and wherein the filter transmission, which is integrated via the beam cross section of the illumination beam path, as a function of the location has an exponential course in movement direction.

①9 BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



⑫

Gebrauchsmuster

U 1

- (11) Rollennummer G 94 06 273.0
- (51) Hauptklasse G02B 21/06
Nebenklasse(n) G02B 23/24 G02B 21/22
G02B 26/02
- (22) Anmeldetag 15.04.94
- (47) Eintragungstag 09.06.94
- (43) Bekanntmachung
im Patentblatt 21.07.94
- (54) Bezeichnung des Gegenstandes
Beleuchtungseinrichtung für optische Geräte
- (73) Name und Wohnsitz des Inhabers
Fa. Carl Zeiss, 89520 Heidenheim, DE

15.04.94

Beschreibung:

94020 G

Beleuchtungseinrichtung für optische Geräte

In optischen Geräten wie Operationsmikroskopen oder Endoskopen ist es bekannt, die Lichtmenge des Beleuchtungsstrahlenganges oder der Beleuchtungseinrichtung unter Konstanthaltung der von der Lichtquelle emittierten Lichtmenge durch eingeschaltete Filter mit variabler Transmission zu regulieren.

Aus der US-A-3 599 630 ist beispielsweise eine Blitzeinrichtung für Endoskope mit einer automatischen Belichtungskontrolle bekannt, bei der die Regelung der Lichtmenge über ein drehbares Filter in der Beleuchtungseinrichtung erfolgt. Das Filter weist in Abhängigkeit vom Drehwinkel unterschiedliche Transmissionen auf. Es kann entweder als Graufilter mit variabler Absorption oder als opake Filterscheibe mit kleinen Löchern, wobei die Gesamtfläche der Löcher als Funktion des Drehwinkels variiert, oder als opake Scheibe mit einem keilförmigen Ringspalt ausgebildet sein. Bei Graufiltern führt jedoch die Absorption im Filter zu einer hohen thermischen Belastung des Filters, so daß der Dynamik-Bereich in Verbindung mit Hochleistungslampen zu gering ist. Filterscheiben mit keilförmiger Spalte schatten jeweils nur den äußeren Bereich des Beleuchtungsstrahlenganges ab und lassen die Lichtintensität im zentralen Bereich unverändert. Als Folge davon wird neben der Lichtmenge auch die Winkelausleuchtung variiert, wobei letzteres unerwünscht ist.

Die bisher bekannten opaken Filterscheiben mit kleinen Löchern, sogenannte Siebblenden, weisen Bereiche mit unterschiedlichen Lochgrößen und damit unterschiedlichen Transmissionen auf. Die Grenzen zwischen solchen Bereichen verlaufen im wesentlichen senkrecht zur Bewegungsrichtung des Filters. Dadurch ergeben sich auch bei diesen Filtern beim Übergang von einem Transmissionsbereich in den nächsten Inhomogenitäten in der Winkelausleuchtung. Außerdem ist die Maximaltransmission innerhalb des quasi-kontinuierlichen Regelungsbereiches zu gering.

9408273

15.04.94

In der DE 35 26 993 ist eine Beleuchtungseinrichtung mit einem relativ dicken Filter beschrieben, das ein Raster runder, quadratischer oder sechseckiger Öffnungen aufweist und senkrecht zur optischen Achse des Beleuchtungs-Strahlenganges drehbar ist. Je nach Winkelstellung des Filters relativ zur Strahlachse erfolgt ein unterschiedlich starker Strahlbeschnitt. Durch die Verwendung quadratischer oder sechseckiger Öffnungen ist die gesamte Öffnungsfläche bei Einstellung auf maximale Transmission sehr groß, so daß dieses Filter einen sehr großen dynamischen Bereich ermöglicht. Allerdings erfolgt der Strahlbeschnitt stets nur in einer Richtung, so daß Licht aus unterschiedlichen Flächenbereichen der Lichtquelle unterschiedlich stark abgeschwächt wird. In Verbindung mit Lichtquellen mit inhomogener Leuchtdichte-Verteilung können hier Regelungsprobleme auftreten.

In der US 4 622 584 werden zur Lichtregulierung zwei Strichgitter gegeneinander bewegt, die jeweils alternierend opake und lichtdurchlässige Streifen aufweisen. Damit bei dieser Lösung bei Einstellung auf maximale Transmission nicht ein wesentlicher Anteil des Lichts abgeschattet wird, ist vor dem ersten Strichgitter ein Raster aus zylindrischen Meniskus-Linsen angeordnet. Dadurch ist dieses System relativ aufwendig.

Um einen für die Regelungstechnik besonders einfachen Zusammenhang zwischen der Winkelstellung des Filters und der transmittierten Lichtintensität zu erhalten, ist in der US-A 4 834 071 bereits eine keilförmige oder jalousieartige Blende vorgeschlagen worden, deren Transmission in Abhängigkeit vom Drehwinkel einen exponentiellen Zusammenhang aufweist. Die oben genannten Nachteile hinsichtlich der Winkelausleuchtung bzw. hinsichtlich einer unterschiedlichen Abschwächung verschiedener Flächenbereiche der Lichtquelle sind auch hier vorhanden.

Es ist das Ziel der vorliegenden Erfindung, eine Beleuchtungseinrichtung zu schaffen, die eine gleichförmige

9406273

15.04.94

Objektausleuchtung unter Konstanthaltung der Lichtintensität am Objekt ermöglicht und bei der eine Abhängigkeit der zur Konstanthaltung der Lichtintensität erforderlichen Steuergröße vermieden ist.

Dieses Ziel wird durch eine Beleuchtungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruchs 1 gelöst. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Merkmalen der abhängigen Ansprüche.

Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung weist optische Elemente zur Erzeugung einer Beleuchtungsstrahlenganges auf. Im Beleuchtungs-Strahlengang ist ein bewegliches Filter aus lichtundurchlässigem Material mit einer Vielzahl lichtdurchlässiger Öffnungen angeordnet. Die über den Strahlquerschnitt integrierte Transmission des Filters hat als Funktion des Ortes auf dem Filter in Bewegungsrichtung einen exponentiellen Verlauf.

Durch die Gestaltung des Filters als sogenannte Siebblende mit einer Vielzahl lichtdurchlässiger Öffnungen in einem nichttransparenten Material ist eine gleichmäßige Objektausleuchtung mit einem großen dynamischen Bereich möglich. Durch die spezielle Wahl der Flächengröße als Funktion des Ortes auf dem Filter ergibt sich ein direkt-proportionaler Zusammenhang zwischen der relativen Transmissionsänderung des Filters und der Ortsänderung auf dem Filter. Dadurch ist die bei einer Intensitätsänderung auf dem Objekt zur Konstanthaltung der Intensität erforderliche Filterbewegung ebenfalls proportional zur relativen Intensitätsänderung, so daß die Intensitäts-Steuerung sehr zuverlässig und ohne Schwingungsneigung arbeiten kann.

Für eine sehr gleichmäßige Objektausleuchtung hat es sich als vorteilhaft erwiesen, die lichtdurchlässigen Öffnungen mit ihren Zentren auf einem regelmäßigen Gitter anzuordnen. Für einen großen Dynamikbereich des Filters ist es dabei

9408273

15.04.94

vorteilhaft, wenn die Öffnungen regelmäßige Vielecke, vorzugsweise regelmäßige Quadrate, Sechsecke oder Achtecke sind.

Das Filter kann dabei in jeweils aneinander anschließende Bereiche eingeteilt sein, wobei die Fläche jeder Öffnung innerhalb eines jeden Bereiches identisch und in verschiedenen Bereichen jedoch unterschiedlich ist und in Bewegungsrichtung von Bereich zu Bereich entsprechend einer Exponentialfunktion zu- oder abnimmt.

In einem Ausführungsbeispiel ist das Filter als eine um ihr Zentrum drehbare Scheibe ausgebildet, wobei sich die Öffnungen auf einem Kreisring im äußeren Scheibenbereich befinden. Die Drehachse der Scheibe ist dann coaxial zur optischen Achse des Beleuchtungsstrahlenganges ausgerichtet. In einem alternativen Ausführungsbeispiel ist das Filter eine linear verschiebbare Platte, wobei die Verschiebung senkrecht zur optischen Achse der Beleuchtungseinrichtung erfolgt.

Die erfindungsgemäße Beleuchtungseinrichtung dient vorzugsweise zur Objektausleuchtung in einem optischen Beobachtungsgerät, beispielsweise einem Operationsmikroskop oder einem Endoskop. Das Beobachtungsgerät sollte dann einen Detektor zur Messung der Lichtintensität auf oder in dem Objekt und eine Intensitätssteuerung aufweisen. Die Intensitätssteuerung sollte dabei die Bewegung des Filters so steuern, daß die Lichtintensität auf oder in dem Objekt konstant ist. Bei optischen Beobachtungsgeräten mit Videotechnik kann der Detektor dabei auch die Videokamera sein.

Nachfolgend werden Einzelheiten der Erfindung anhand der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert. Im einzelnen zeigen:

Fig. 1a eine Aufsicht auf ein erstes Ausführungsbeispiel des Filters, das im wesentlichen als Kreisscheibe ausgebildet ist;

9406273

15.04.94

- Fig. 1b eine Aufsicht auf ein zweites Ausführungsbeispiel, das für eine lineare Bewegung ausgelegt ist;
- Fig. 1c ein Diagramm der Transmission als Funktion des Ortes bei einem Filter nach Figur 1b; und
- Fig. 2 eine schematische Darstellung eines Endoskopes mit einer erfindungsgemäßen Filter aufweisenden Beleuchtungseinrichtung im Schnitt.

Das Filter (1) in Figur 1a besteht aus einer im wesentlichen kreisförmigen Kupferplatte (7), die um ihr Zentrum (6) drehbar gelagert ist. Die Kupferplatte (7) ist in ihrem ringförmigen Außenbereich in sechzehn Bereiche (1a-1p) eingeteilt. In jedem der Bereiche (1a-1p) weist die Kupferplatte (7) eingezägte Löcher (2a-2p) auf. Jedes der Löcher (2a-2p) hat die Form eines regelmäßigen Sechsecks. Die Zentren der Löcher (2a-2p) liegen alle auf den Schnittpunkten zweier zueinander unter einem Winkel von etwa 120° geneigter äquidistanter Gitternetze. Die Anzahl der Löcher in jedem einzelnen der Bereiche (1a-1p) ist dadurch konstant. Die Lochfläche der Löcher (2a-2p) in verschiedenen Bereichen (1a-1p) ist jedoch unterschiedlich. Dadurch weist das Filter (1) in jedem Bereich (1a-1p) eine unterschiedliche über den Strahlquerschnitt integrierte Transmission auf.

Die Grenzen (3, 4) zwischen den Bereichen (1a-1p) unterschiedlicher Transmission sind im wesentlichen V-förmig. Die Grenzlinien (3, 4) zwischen den Bereichen (1a und 1b) schneiden daher die Radialen (5) der Kreisscheibe unter einem von 0 oder 180° abweichenden Winkel. In dem hier gezeigten Ausführungsbeispiel beträgt der Winkel zwischen den Radialen (5) und den Grenzen (3, 4) etwa 45° .

Eingezeichnet ist in der Figur 1a auch noch der Querschnitt eines Beleuchtungs-Strahlenbündels (10). Durch Drehen des Filters (1) um das Zentrum (6) in Richtung des Pfeiles (φ) trifft das Beleuchtungs-Strahlenbündel (10) je nach

94.08.27.3

15.04.04

Winkelstellung des Filters (1) auf die unterschiedlichen Bereiche (1a-1p) des Filters. Aufgrund der zwischen benachbarten Bereichen, z.B. (1a und 1b), unterschiedlichen Öffnungsfläche der Löcher (2a, 2b) variiert dann die Transmission des Filters und damit die Intensität des transmittierten Lichtes. Da die Grenzen (3, 4) zwischen den Bereichen (1a, 1b) V-förmig sind, werden Bereiche des Beleuchtungsstrahlenbündels (10) mit unterschiedlichen Entfernungen von der optischen Achse (10a) gleichmäßig geschwächt, so daß mit dem erfindungsgemäßen Filter eine gleichmäßige Winkelausleuchtung unabhängig von der Winkelposition des Filters gewährleistet ist.

Beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1b ist das Filter als linear in Richtung des Doppel-Pfeiles (x) verstellbare Platte ausgebildet. Das Filter (20) weist wiederum eine Vielzahl von Bereichen unterschiedlicher Transmission auf, von denen hier drei Bereiche (20a, 20b, 20c) dargestellt sind. Auch hier liegen die Öffnungen (21a, 21b, 21c) auf zwei sich schneidenden, äquidistanten Gitternetzlinien, so daß die Anzahl der quadratischen Öffnungen (21a-21c) in jedem der Bereiche gleich ist, wobei jedoch von Bereich (20a) zu Bereich (20b) die Öffnungsfläche eines jeden Loches variiert. Dadurch hat auch dieses Filter (20) in jedem Bereiche (20a, 20b, 20c) jeweils eine konstante Transmission, die zwischen den Bereichen (20a, 20b, 20c) variiert. Die Grenzen (22, 23) zwischen den Bereichen (21a, 21b) sind wiederum V-förmig, d.h. sie stehen zur Bewegungsrichtung (x) unter einem von 90° und 270° abweichenden Winkel, und der Abstand der Bereiche unterschiedlicher Transmission (21a, 21b) entspricht in Bewegungsrichtung (x) in etwa dem Strahlquerschnitt des Beleuchtungsstrahlenbündels (24). Eine Bewegung des Filters (20) in Richtung des Doppel-Pfeiles (x) führt wiederum zu einer unterschiedlichen Schwächung des Beleuchtungsstrahlenbündels. Die Öffnungsflächen (21a, 21b) in den unterschiedlichen Bereichen (20a, 20b) sind dabei so abgestuft, daß sich für das Filter über den gesamten Strahlquerschnitt des Beleuchtungsstrahlenbündels (24) ein exponentieller Zusammenhang zwischen der über den

04.08.273

15.04.94

Strahlquerschnitt integrierten Transmission und der Filterposition ergibt, wie dies in Figur 1c dargestellt ist. Dieses wird dadurch erreicht, daß ausgehend von einer Grundstellung auf dem Filter die Fläche eines jeden Loches exponentiell zum nächsten Bereich zu- oder abnimmt. Ist F_1 beispielsweise die Lochfläche im Bereich (20a), dann gilt für die Lochfläche F_i in einem vom Bereich (20a) um i Bereiche beabstandeten Bereich (20i)

$$F_i = F_1 \exp (-ik), \text{ mit } i = 1, 2, \dots, n,$$

wobei k eine Konstante und n die Gesamtzahl der Bereiche (20a-20c) ist. Dadurch ist unabhängig von der Filterposition die relative Änderung $\Delta T:T$ der Transmission aufgrund einer Verschiebung Δx konstant, was für die Intensitätsregelung besonders vorteilhaft ist. Dadurch wird eine Schwingungsneigung der Intensitätsregelung, die bei anderen Transmissions-Abstufungen auftritt, vermieden.

Der gleiche Verlauf der Transmission als Funktion des Drehwinkels (φ) ist auch beim Ausführungsbeispiel nach Figur 1a durch eine analoge exponentielle Abhängigkeit der Lochfläche von der Winkelposition auf dem Filter realisiert, so daß auch beim Filter (1) die gesagten Vorteile bezüglich der Regel-Charakteristik erfüllt sind.

Das Endoskop (35) in Figur 2 weist eine Beleuchtungs-Einrichtung (30) mit dem anhand der Figur 1a beschriebenen Filter (1) auf. Die Beleuchtungseinrichtung (30) hat eine Xenonlampe (31), deren Intensität selbst nicht regelbar ist. Das aus der Xenonlampe (31) austretende Licht wird über eine Kollektoroptik (32) gesammelt und auf die Stirnfläche eines Lichtleitkabels (34) des Endoskops (35) fokussiert und in dieses eingekoppelt. Es dient zur Ausleuchtung des endoskopisch zu beobachtenden Objektes (42). Zwischen der Kollektoroptik (32) und der Eintrittsfläche des Lichtleiterkabels (34) ist das erfindungsgemäße Filter (1) so angeordnet, daß das konvergente Strahlenbündel auf den gelochten Ringbereich des Filters (1)

94.05.97

15.04.94

fällt. Das Filter (1) ist mit Hilfe des Motors (41) um eine zur optischen Achse des Beleuchtungsstrahlenganges parallele Achse (6) drehbar.

Das Objekt (42) wird über die Endoskopoptik (36, 37, 38) reell auf einen Detektor (39) abgebildet, der hier als Sensor einer Videokamera ausgebildet ist. Das Videosignal des Detektors (39) ist einer elektronischen Beleuchtungssteuerung (40) zugeführt. Diese Beleuchtungssteuerung (40) gibt ein Ausgangssignal für den Motor (41) des Filters (1) aus. Über einen Einstellknopf (40a) ist die Sollintensität der Beleuchtungseinrichtung in der Ebene des Objektes (42) einstellbar. Entsprechend der Stellung des Einstellknopfes (40a) wird dazu der Motor (41) gedreht, bis sich der erforderliche Bereich des Filters (1) im konvergenten Strahlengang befindet. Ändert sich nachfolgend die Lichtintensität auf der Probenoberfläche (42), beispielsweise aufgrund einer Änderung des Arbeitsabstandes zwischen dem Endoskop (35) und der Probe (42), so erzeugt die Beleuchtungssteuerung (40) aus dem geänderten Signal des Detektors (39) ein Steuersignal, das dem Motor (41) zugeführt ist und das Filter (1) so im Beleuchtungsstrahlengang nachfährt, daß die Lichtintensität auf dem Objekt (42) konstant ist. Durch die erfindungsgemäße Ausgestaltung des Filters (1) wird unabhängig von der momentanen Filterposition eine gleichmäßige Winkelausleuchtung und homogene Ausleuchtung des Objektes (42) erzielt. Durch den Exponential-Zusammenhang zwischen der Transmission des Filters (1) und dessen Winkelstellung (φ) ergibt sich ein direkt-proportionaler Zusammenhang zwischen der relativen Intensitätsänderung auf dem Detektor (39) und dem zur Konstanthaltung der Lichtintensität erforderlichen Drehwinkel (φ). Dadurch ist stets eine exakte Regelung gewährleistet, die nicht zu Schwingungen neigt.

04.05.93

15.04.94

Schutzansprüche:

1. Beleuchtungseinrichtung für optische Geräte mit optischen Elementen (32, 34) zur Erzeugung eines Beleuchtungsstrahlenganges, wobei im Beleuchtungsstrahlengang ein bewegliches Filter (1) aus lichtundurchlässigem Material mit einer Vielzahl lichtdurchlässiger Öffnungen (2a-2p; 21a-21c) angeordnet ist und wobei die über den Strahlquerschnitt des Beleuchtungsstrahlenganges integrierte Transmission des Filters als Funktion des Ortes in Bewegungsrichtung einen exponentiellen Verlauf hat.
2. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1, wobei die Vielzahl lichtdurchlässiger Öffnungen (2a-2p; 21a-21c) auf einem regelmäßigen Gitter angeordnet ist, wobei die Öffnungen (2a-2p; 21a-21c) zu Bereichen (1a-1p; 20a-20c) gruppiert sind und wobei die Fläche jeder Öffnung (2a-2p; 21a-21c) in Bewegungsrichtung von Bereich (1a-1p; 20a-20c) zu Bereich zu- oder abnimmt.
3. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Öffnungen (2a-2p; 21a-21c) innerhalb eines jeden Bereiches (1a-1p; 20a-20c) die selbe Fläche, in verschiedenen Bereichen (1a-1p; 20a-20c) jedoch unterschiedliche Flächen aufweisen.
4. Beleuchtungseinrichtung nach Anspruch 3, wobei die Flächen der Öffnungen von Bereich zu Bereich entsprechend einer Exponentialfunktion zu- oder abnehmen.
5. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-4, wobei die Öffnungen (2a-2p; 21a-21c) vieleckig, vorzugsweise sechs- oder achteckig sind.
6. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-5, wobei das Filter (1) eine um ihr Zentrum (6) drehbare Scheibe (7) ist und wobei die Drehachse senkrecht zur Scheibenfläche steht.

9406273

15.04.94

7. Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-5, wobei das Filter (20) eine linear verschiebbare Filterplatte ist.
8. Optisches Gerät zur Beobachtung eines Objektes, vorzugsweise ein Operationsmikroskop oder Endoskop, mit einer Beleuchtungseinrichtung nach einem der Ansprüche 1-7, mit einem Detektor (39) zur Messung der Lichtintensität auf oder in dem Objekt (42) und mit einer Steuerschaltung (40), wobei die Steuerschaltung (40) die Bewegung des Filters (1) derart steuert, daß die Lichtintensität auf oder in dem Objekt (42) konstant ist.
9. Optisches Beobachtungsgerät nach Anspruch 8, wobei der Detektor (39) eine Videokamera ist.

9406273

FIG. 1a



FIG. 1b

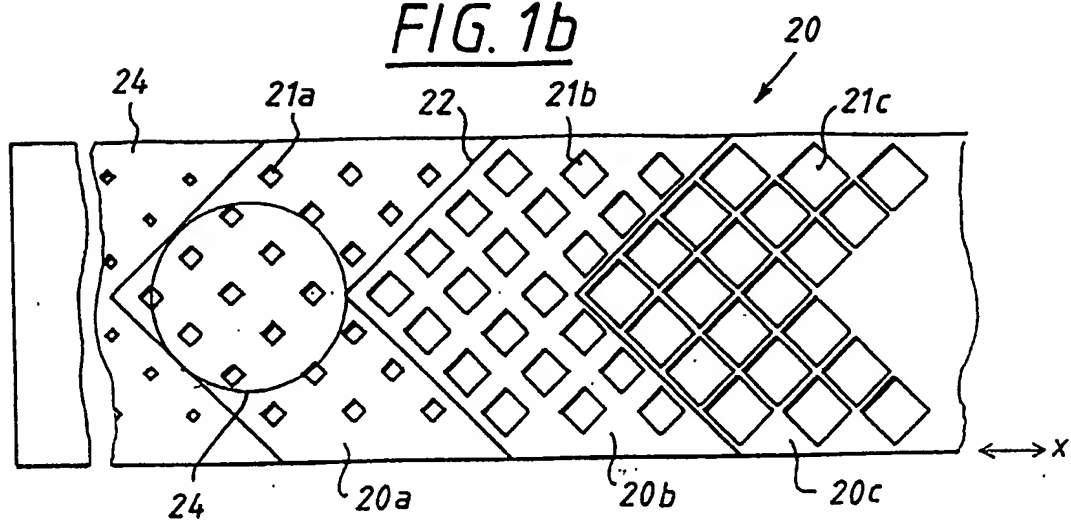
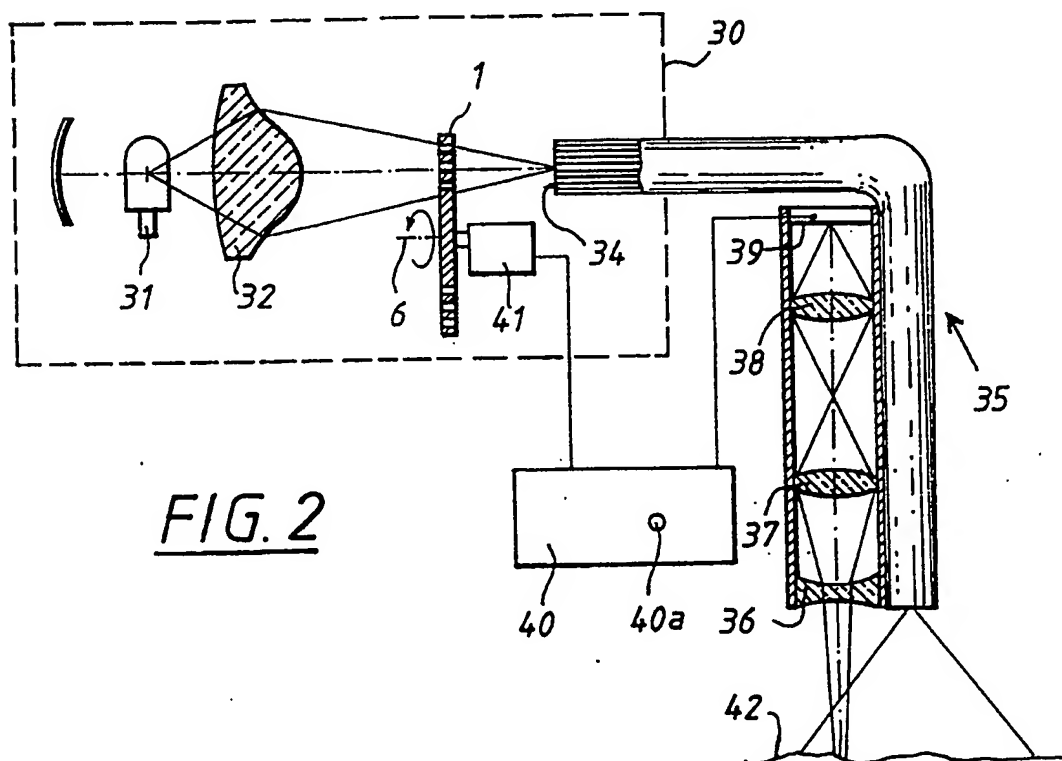
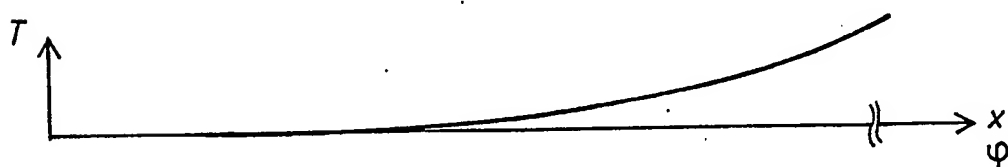


FIG. 1c



9406273